

金属複合ナノ粒子の電子顕微鏡観察

触媒の多機能化を目指して、複数の元素を複合化し、その構造をナノスケールで高度制御した触媒の開発が試みられている。中でも、Au、Pd、Irを Fe_2O_3 、 SnO_2 、 La_2O_3 それぞれの金属酸化物に担持した高度集積化触媒において、顕著な複合効果が報告されており、ダイオキシンの分解反応に対する高い触媒活性が見出されている。しかしながら、その多元系触媒の構造が複雑になるにつれて、複合効果をもたらしている構造的な特徴を明らかにすることが困難になる。分析電子顕微鏡は原子スケールの空間分解能を持ち、かつ観察視野における局所領域での組成分析、電子状態分析が可能であるため、複雑なナノ構造を持つ材料の分析には不可欠な分析手法となっている。

本研究では、触媒機能として複合効果を発現する貴金属ナノ粒子の複合構造を調べることを目的に、Au、Irを析出沈殿法によりルチル型 TiO_2 単結晶上に担持したモデル構造を製作し、その構造を透過型電子顕微鏡(TEM)、エネルギー分散型X線分光(EDS)、電子エネルギー損失分光法(EELS)により調べた。Au、Irの前駆体には HAuCl_4 、 IrCl_4 を用い、析出沈殿法により単結晶 TiO_2 を粉碎した薄片

に担持し、大気中 400°C で焼成した。図1は作製したAu-Ir/ TiO_2 構造のTEM像である。 TiO_2 基板上に柱状の構造が形成され、金属の粒子が柱の先端に位置する構造が見られる。高分解能TEM観察、EDS、EELSによる分析の結果、先端部分は金微粒子であり柱の部分は IrO_2 であることがわかった。また、 IrO_2 の柱は TiO_2 基板に対してエピタキシャルに成長していることがわかる。図2は焼成前後のTEM像である。柱構造は大気中での焼成中に成長することがわかる。このように自己組織化的にナノスケールで形成されるヘテロ界面の特異な構造は、ナノスケールで構造制御した新規多機能触媒開発に応用できるものと期待される。

我々は、このような分析電子顕微鏡を用いた構造解析と第一原理計算による電子構造解析などの精密構造解析手法を連携させ、ナノヘテロ界面の特異な構造と電子状態について研究を行っている。その特異な構造・電子状態が発現する機能を明らかにすることによりナノヘテロ界面構造に起因する様々な機能性材料の設計・開発指針を得ることを目指している。

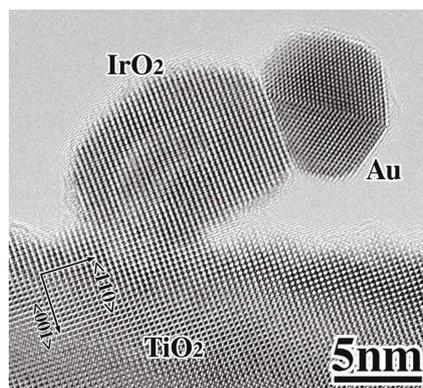


図1 Au-Ir/ TiO_2 構造の高分解能TEM像

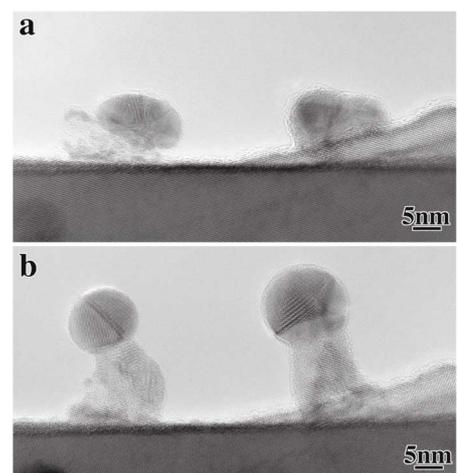


図2 焼成前(a)、焼成後(b)のAu-Ir/ TiO_2 構造のTEM像



あきたともき
秋田知樹
t-akita@aist.go.jp
生活環境系特別研究体

関連情報

- M. Okumura, T. Akita, M. Haruta, X. Wang, O. Kajikawa, O. Okada : Appl. Catal. B: Environmental, Vol. 41, 43-52 (2003).
- T. Akita M. Okumura, K. Tanaka, S. Tsubota, M. Haruta: J. Electron Microsc., Vol. 52, 119-124 (2003).